NEOTROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

Neotropical Biology and Conservation
14(1): 83–98 (2019)
doi: 10.3897/neotropical.14.e34838

RESEARCH ARTICLE

Reprodução da avifauna e o processo de homogeneização em área verde planejada no sudeste da Mata Atlântica, Brasil

Gabriel Silva dos Santos[1,2], Isael Colonna Ribeiro[1], Luana D'Avila Centoducatte[1], Sérgio Lucena Mendes[1]

1 *Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Ciências Biológicas. Laboratório de Biologia da Conservação de Vertebrados. Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória, ES, Brasil*
2 *Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil. Rua São Francisco Xavier, 524, PHLC 220, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

Corresponding author: *Gabriel Silva Santos* (ssantos.gabriel@gmail.com)

Academic editor: *A. M. Leal-Zanchet* | Received 30 May 2018 | Accepted 27 December 2018 | Published 11 April 2019

Citation: dos Santos GS, Colonna Ribeiro I, D'Avila Centoducatte L, Lucena Mendes S (2019) Bird breeding biology and homogenization process in an urban green area at Atlantic rainforest of Southeastern Brazil. Neotropical Biology and Conservation, 14(1): 83–98. https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e34838

Abstract

Urbanization is a major cause of biotic homogenization, once it modifies species habitat and creates new environments in which only a few species are able to survive. However, many authors propose that planned green areas within the bounds of urban centers work real islands, providing shelter for several animal species. In this study, we verified the reproductive pattern of a community of birds within an urban green area in southeastern Brazil. Also, we compared the composition of breeding sites and reproductive activities of birds in different environments available and provided insights about how homogenization process affects birds in the study site. We recorded 359 reproductive sites of 36 species. Our data represents 48% of bird species recorded by previous reports at this study site. Out of the total reproductive records, 68.5% were found in wooded areas, even though this land cover class represents only 26.8% of the analyzed landscape. The proportion and the uniqueness of species at this study site show its importance to maintenance of the local diversity of birds. Our results indicate that a local bird diversity homogenization is in process and they provide subsidies for better management practices of green areas within urban centers.

Copyright *Gabriel Silva Santos et al*. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

PENSOFT

Keywords
Urban birds, breeding biology, urbanization, anthropization, homogenization

Introdução

A urbanização é uma das principais causas da homogeneização e extinção da biota, modificando o habitat em que as espécies nativas estão adaptadas e criando novos ambientes, nos quais um número menor de espécies consegue sobreviver (McKinney e Lockwood, 1999; McKinney, 2006). O crescimento dos centros urbanos é um dos principais fatores responsáveis pela redução da cobertura original da Mata Atlântica (Morellato e Haddad, 2000), bem como de outros biomas. Esse crescimento indica que os recursos disponíveis nas cidades provavelmente irão determinar muitos dos padrões globais de riqueza de espécies no futuro (Seto *et al.*, 2012; Aronson *et al.*, 2014).

A capacidade que as áreas urbanas possuem de abrigar espécies do bioma original em que estão inseridas deve ser reconhecida para que práticas de manejo possam promover a manutenção dessas espécies nesses locais (Miller e Hobbs, 2002; Alvey, 2006; Fontana *et al.*, 2011; Aronson *et al.*, 2014). As áreas verdes planejadas como praças, parques e *campi* de universidades, inseridas em centros urbanos, funcionam muitas vezes como verdadeiras ilhas que servem de abrigo para diversos grupos animais (Efe *et al.*, 2001), oferecendo locais para a nidificação, o que é essencial para promover a manutenção da diversidade local (Höfling e Camargo, 2002). Apesar do interesse pelos processos ecológicos em áreas urbanas, padrões das características que predispõem as espécies a se estabelecerem nas cidades ainda não são bem compreendidos (Rodewald e Schustack, 2007; Møller, 2009; Fontana *et al.*, 2011).

A resposta das aves ao crescimento urbano é variável. Algumas aves se beneficiam com as modificações do habitat, pois utilizam a disponibilidade de recursos de origem antrópica (Møller, 2009; Aronson *et al.*, 2014), enquanto outras não conseguem se adaptar ao novo ambiente e se extinguem (Marini e Garcia, 2005). Ainda que as aves sejam consideradas como bons indicadores de qualidade ambiental, havia poucos estudos com avifauna em áreas urbanas até décadas passadas no Brasil, principalmente quando comparado ao Hemisfério Norte (Marluff *et al.*, 2001; Fontana *et al.*, 2011; Vogel *et al.* 2016). No entanto, a despeito do rápido crescimento no número de publicações sobre o tema no Brasil e no exterior, muitas lacunas permanecem (Marzluff, 2017). Entre estas, inclui-se o entendimento dos padrões de homogeneização da comunidade de aves, assim como as suas respostas a esse processo, incluindo suas peculiaridades regionais (Møller, 2009; Alexandrino *et al.*, 2016; Marzluff, 2017).

Apesar do aumento do conhecimento sobre a avifauna urbana nas últimas décadas, registros reprodutivos são geralmente documentados de forma pontual (e.g Mendonça-Lima e Fontana, 2000; Chace e Walsh, 2006; Franchin, 2009; Scherer *et al.*, 2012) e permanecem como uma grande lacuna para compreender as limitações impostas às populações de aves nativas em ambientes urbanos (Marzluff, 2017; Lep-

czyk *et al.*, 2018). Muitas vezes, os estudos não consideram que os registros de ocorrência possam ser eventuais ou decorrentes de deslocamentos rápidos, pois a espécie não seria capaz de se reproduzir na área urbana (Willis, 2000; Chace e Walsh, 2006).

No presente estudo, avaliamos como uma comunidade de aves utiliza os diferentes ambientes de uma área urbana para a reprodução e discutimos como a disponibilidade desses diferentes tipos de ambientes pode influenciar no processo de homogeneização da avifauna local. Os resultados contribuirão para aumentar o conhecimento sobre os padrões de uso de áreas verdes planejadas pela avifauna e podem subsidiar melhores práticas de planejamento e manejo desses espaços.

Métodos

O estudo foi realizado no *campus* de Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo (CGUFES), no município de Vitória, Espírito Santo, sudeste do Brasil. Este local possui uma área total de 159,25 ha, situado nas coordenadas 20°19'09"S e 40°20'50" O (Figura 1), com clima tropical chuvoso, sem estação fria e com pequena variação de pluviosidade no inverno (Costa, 1992).

O CGUFES caracteriza-se por possuir um anel viário periférico, que circunda a área com manejo paisagístico, servindo então como delimitador da área de estudo. Ao total, a área amostrada, interna ao anel viário, possui 51,16 ha e abrange uma lagoa artificial, um campo de futebol, um ginásio de esportes e uma piscina, além de edificações envoltas por pequenas porções arborizadas que incluem árvores frutíferas. As demais áreas, externas ao anel viário do CGUFES, formam a Zona de Proteção Ambiental (ZPAUFES), estabelecida pelo plano diretor urbano municipal (Vitória, 2006). A ZPAUFES não foi contemplada nesse estudo por não ser considerada uma área verde planejada, já que sua maior parte não conta com manejo de finalidade paisagística (Figura 1). Entre as formações vegetais mais características do CGUFES destacam-se uma área de 891 ha de manguezal e uma área florestal, ambas inseridas na ZPAUFES, ou seja, periféricas à área amostrada. Próxima ao CGUFES encontra-se também a Estação Ecológica Municipal da Ilha do Lameirão (EEMIL) (Vitória, 1986; Tulli *et al.*, 2009).

Para determinar as espécies de aves que utilizam a área de estudo com finalidade reprodutiva e para garantir que toda a extensão da área delimitada fosse sistematicamente amostrada, realizamos, durante o período de janeiro a dezembro de 2009, buscas semanais com duração de três horas cada, iniciando sempre às 7h da manhã, desconsiderando o horário de verão, totalizando 50 visitas e 150 horas de amostragem.

A procura por ninhos se deu por meio de busca ativa com transectos com amostragem proporcional em cada categoria de ambiente. Com o auxílio de binóculos Nikon Sportstart 8x25 mm, realizamos a varredura em árvores, arbustos, postes, prédios e gramados, como proposto por Medeiros e Marini (2007). Todos os locais utilizados para a construção do ninho foram catalogados para evitar recontagem dos mesmos, todavia, sem marcação visual, para evitar a aproximação de pessoas

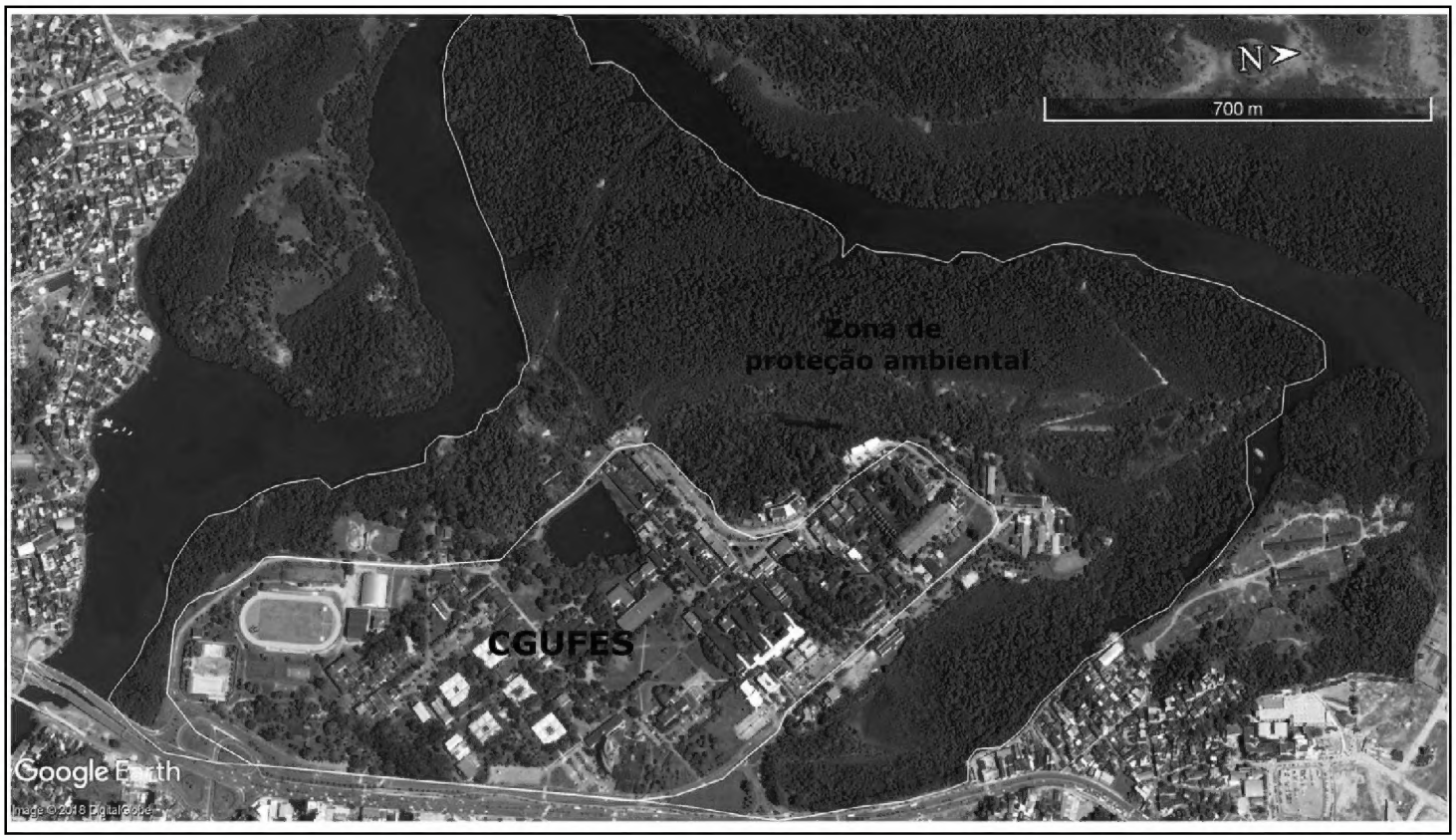

Figura 1. Imagem orbital do *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo (CGUFES), município de Vitória – ES, sudeste do Brasil, com divisões das áreas amostradas. Demarcação mais externa representa toda área do CGUFES e a demarcação interna representa o anel viário utilizado para delimitação da área de estudo. Imagem adaptada de Google Earth.

que circulam diariamente pelo *campus*. A identificação das espécies baseou-se em Sigrist (2009) e a nomenclatura seguiu o definido por Piacentini *et al.* (2015).

Os registros reprodutivos foram divididos em cinco categorias (I, II, III, IV e V), referentes aos seus respectivos estágios reprodutivos. A *categoria I* inclui a etapa de construção e reforma do ninho, caracterizada pelo transporte e acréscimo de materiais no local em que estava sendo construído. A *categoria II* é representada pelo ninho reprodutivamente ativo, em estágio de postura, incubação ou presença de filhotes no interior do ninho. A *categoria III* é a prole fora do ninho, caracterizada pela presença de filhotes nas proximidades do ninho ou ainda distante das dependências do mesmo, porém na companhia dos pais. Na *categoria IV,* os ninhos estão em situação de abandono ou destruição. A *categoria V* possui ninhos com características insuficientes para inferência adequada do estágio reprodutivo como, por exemplo, ausência de atividade reprodutiva ou ausência dos parentais nas proximidades, sendo esses ninhos considerados em situação indeterminada. Para o total de registros reprodutivos de cada mês foram contabilizadas apenas as categorias I, II e III.

Os locais de nidificação foram categorizados de acordo com a classificação de uso e cobertura do solo por meio de imagens do Satélite Quickbird (Intersat – Resolução espacial 0,60 m), adaptadas de Tulli (2009) e validados em campo *a posteriori*. Isso permitiu a quantificação dos registros de atividades reprodutivas e a importância relativa de cada ambiente dentro da paisagem da área de estudo.

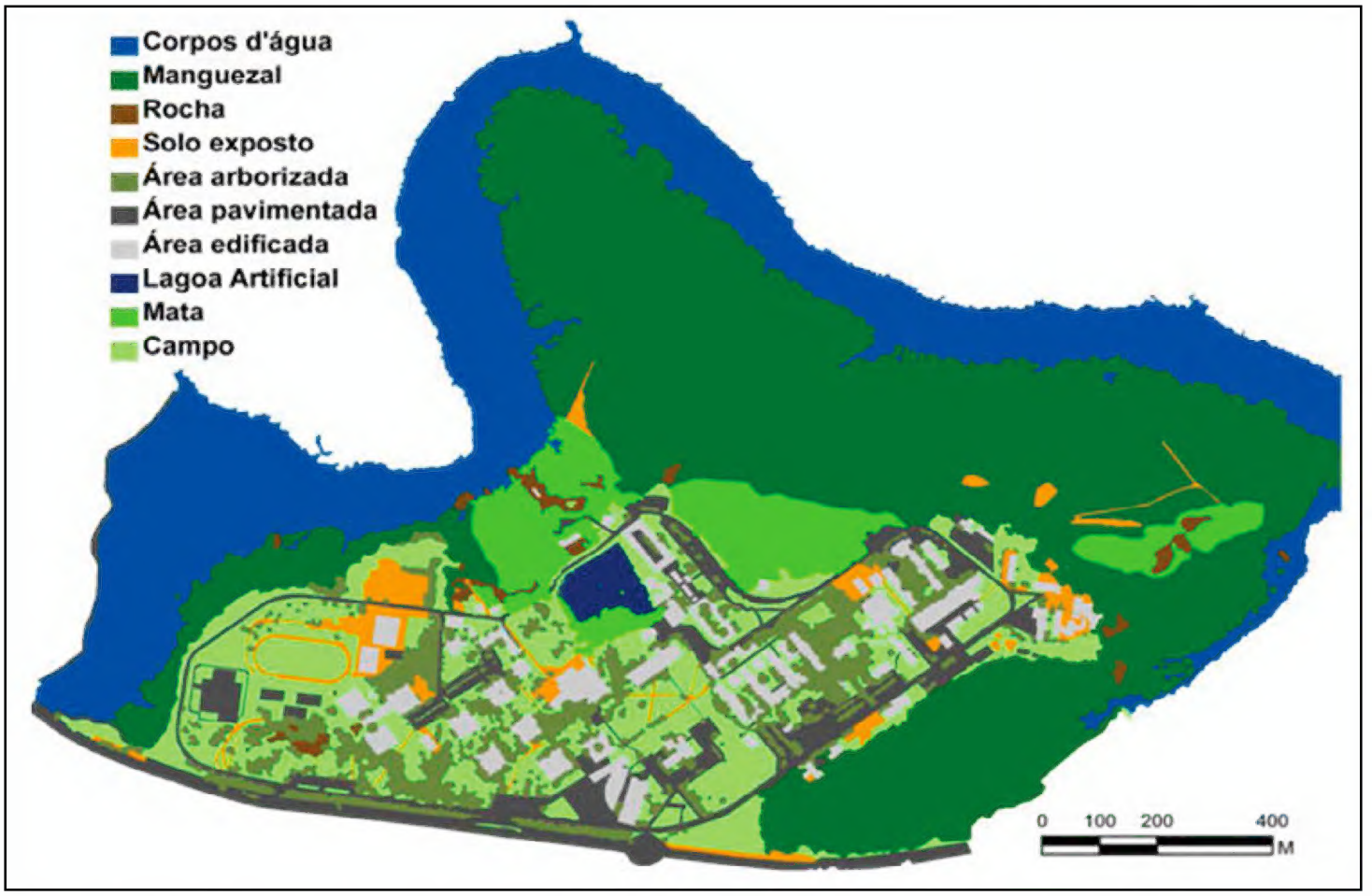

Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo da Universidade Federal do Espírito Santo (CGUFES), município de Vitória – ES, sudeste do Brasil.

Foram consideradas as seguintes categorias de uso e cobertura do solo: (1) corpos d'água e lagoa artificial; (2) mata em regeneração; (3) solo exposto; (4) rocha; (5) campo antrópico; (6) área arborizada; (7) área edificada; (8) área pavimentada (Figura 2).

A *lagoa artificial* difere dos demais *corpos d'água* devido à sua origem antrópica com finalidade paisagística. A *mata em regeneração* é composta pela vegetação em recuperação com espécies vegetais de porte arbóreo superiores a 10 m de altura. A *área arborizada* é representada por espécies vegetais arbóreas esparsas, dispostas entre as *áreas pavimentadas* e os *campos antrópicos* sendo que o *campo antrópico* inclui formações não arbóreas. A *área pavimentada* corresponde ao sistema viário, aos estacionamentos e às calçadas que também contam com árvores e arbustos com finalidade ornamental. Para categorização do tipo de ambiente utilizado pelas aves para nidificação, as classes *mata em regeneração* e *lagoa artificial* (lagoa e entorno), foram consideradas como um ambiente único, assim como *solo exposto* e *rocha*.

A similaridade da composição de espécies nidificando em cada ambiente foi comparada utilizando a técnica de ornamento de NMDS (*Non- metric multidimensional scaling*) utilizando o índice de dissimilaridade de Jaccard com o pacote Vegan (Oksanen *et al.*, 2017) implementado no software R 3.4.1 (R Core Team, 2017). O coeficiente de dissimilaridade de Jaccard é

considerado uma métrica robusta para análises de similaridade (Krebs, 1999). O resultado de análise de NMDS pode ser interpretado como um gráfico de pontos representando cada tipo de ambiente analisado, que tendem a ser mais próximos entre os ambientes mais similares (Melo e Hepp, 2008). Diferentemente das análises de agrupamento em cluster, a análise de NMDS não exige o pressuposto de semelhança entre as áreas (Clarke, 1993). Foi utilizada a medida de deformação gerada ao reduzir as múltiplas dimensões da análise multivariada em apenas dois eixos (*stress*) e aceitando como resultado robusto resultados com valores de *stress* inferiores a 0,15, como sugerido por Clarke (1993). Para avaliar se a proporção de registros entre cada ambiente diferiu significativamente do esperado ao acaso, realizamos um teste de qui-quadrado. Todas as análises foram realizadas no software R 3.4.1 (R Core Team, 2017).

Resultados

Foram registrados 359 eventos reprodutivos de 36 espécies, distribuídas em 18 famílias distintas. Das espécies registradas, 28 tiveram registros de ninhos, sete foram avistadas apenas com a prole ou indivíduos jovens e apenas uma, *Athene cunicularia* (Molina 1782), teve seus registros reprodutivos limitados a ninhos sem condições de categorização quanto ao estágio reprodutivo (categoria V) e não foram contabilizados nas análises (Tabela 1).

A espécie com maior período reprodutivo registrado corresponde a *Columbina talpacoti* (Temminck 1810), que apresentou registros reprodutivos durante todos os meses amostrados. As espécies *Vanellus chilensis* (Molina 1782) e *Pitangus sulphuratus* (Linnaeus 1766) tiveram registros reprodutivos em dez e nove meses, respectivamente. Em quatro campanhas de campo, indivíduos da espécie *Conirostrum bicolor* (Vieillot 1809) foram registrados alimentando seus filhotes. Em três outros registros, indivíduos de *C. bicolor* foram registrados alimentando filhotes de outra espécie, *Molothrus bonariensis* (Gmelin 1789) (Tabela 2).

Os 359 registros reprodutivos foram encontrados em cinco classes de uso e cobertura do solo, exceto pelas classes *solo exposto* e *afloramento rochoso* (Figura 3) com uma distribuição significativamente diferente da esperada ao acaso ($\chi^2 = 339{,}16$, gl = 5, $p < 0{,}001$). A análise de ordenação por NMDS demonstrou uma estreita relação entre as áreas pavimentadas e as áreas edificadas, que por sua vez apresentaram uma grande diferença quando comparado com todos os outros ambientes amostrados (Figura 4) (validada com *stress* < 0,001). As áreas arborizadas foram o ambiente com maior número de registros reprodutivos (68,5%, n=246), apesar de representar 26,8% da área de estudo. Áreas edificadas também apresentaram um elevado número de registros (13,9%, n=50). Campos antrópicos e áreas pavimentadas contribuíram com 7,5% dos registros reprodutivos, apesar de compreenderem 33,7% e 14,3% da área de estudo, respectivamente. Por fim, a lagoa artificial e seu entorno, em função da sua área restrita (4,3% da área de estudo), contaram apenas com nove registros reprodutivos (2,5%) (Figura 3).

Tabela 1. Espécies de aves com registros reprodutivos no *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo - Goiabeiras (CGUFES), município de Vitória – ES, sudeste do Brasil. Categorias reprodutivas: I – Construção e reforma; II- Ninho reprodutivamente ativo, III- prole fora do ninho, IV- Ninhos abandonados ou destruídos e V – Classificação não inferida.

	Categorias Reprodutivas					Total	Contribuição total
	I	II	III	IV	V		
Ardeidae							
Nycticorax nycticorax (Linnaeus 1758)	0	0	1	0	0	1	0,28%
Cathartidae							
Coragyps atratus (Bechstein 1793)	0	0	1	0	0	1	0,28%
Charadriidae							
Vanellus chilensis (Molina 1782)	0	8	6	0	0	14	3,91%
Columbidae							
Columbina talpacoti (Temminck 1811)	4	28	7	3	2	44	12,29%
Columbina picui (Temminck 1813)	1	0	0	0	0	1	0,28%
Patagioenas picazuro (Temminck 1813)	1	8	1	15	5	30	8,38%
Strigidae							
Athene cunicularia (Molina 1782)	0	0	0	0	3	3	0,84%
Trochilidae							
Eupetomena macroura (Gmelin 1788)	0	3	2	1	0	6	1,68%
Picidae							
Picumnus cirratus Temminck 1825	0	1	0	0	0	1	0,28%
Falconidae							
Milvago chimachima (Vieillot 1816)	0	0	2	0	0	2	0,56%
Furnariidae							
Furnarius Figulus (Lichtenstein 1823)	1	3	0	0	0	4	1,12%
Furnarius rufus (Gmelin 1788)	9	2	1	13	2	27	7,54%
Certhiaxis cinnamomeus (Gmelin 1788)	1	0	0	0	1	2	0,56%
Tyrannidae							
Todirostrum cinereum (Linnaeus 1766)	0	1	0	0	1	2	0,56%
Camptostoma obsoletum (Temminck 1824)	1	0	0	0	0	1	0,28%
Elaenia flavogaster (Thunberg 1822)	0	2	0	0	1	3	0,84%
Pitangus sulphuratus (Linnaeus 1766)	14	16	5	21	13	69	19,27%
Machertornis rixosa (Vieillot 1819)	0	1	11	0	0	12	3,35%
Myiozetetes similis (Spix 1985)	0	2	0	1	0	3	0,84%
Tyrannus melancholius Vieillot 1819	2	6	1	3	0	12	3,35%
Fluvicola nengeta (Linnaeus 1766)	5	7	0	0	5	17	4,75%
Hirundinidae							
Progne chalybea (Gmelin 1789)	0	0	1	0	0	1	0,28%
Troglodytidae							
Troglodytes musculus Naumann 1823	0	1	0	3	0	4	1,12%
Turdidae							
Turdus leucomelas Vieillot 1818	7	7	2	3	1	20	5,59%
Turdus rufiventris Vieillot 1818	0	1	0	0	0	1	0,28%
Mimidae							
Mimus gilvus (Vieillot 1807)	4	0	0	0	0	4	1,12%
Mimus saturninus (Lichtenstein 1823)	1	2	0	3	1	7	1,96%
Icteridae							
Molothrus bonariensis (Gmelin 1789)	0	0	3	0	0	3	0,84%

	Categorias Reprodutivas					Total	Contribuição total
	I	II	III	IV	V		
Thraupidae							
Paroaria dominicana (Linnaeus 1758)	0	1	0	0	0	1	0,28%
Tangara sayaca (Linnaeus 1766)	0	2	1	1	0	4	1,12%
Conirostrum bicolor (Vieillot 1809)	0	0	4	0	0	4	1,12%
Sicalis flaveola (Linnaeus 1766)	3	2	3	0	2	10	2,79%
Coereba flaveola (Linnaeus 1758)	8	3	1	1	5	18	5,03%
Euphonia chlorotica (Linnaeus 1766)	0	0	1	0	0	1	0,28%
Estrildidae							
Estrilda astrild (Linnaeus 1758)	1	0	1	0	0	2	0,56%
Passeridae							
Passer domesticus (Linnaeus 1758)	3	5	8	2	6	24	6,70%
REGISTROS TOTAIS	**66**	**112**	**63**	**70**	**48**	**359**	

Tabela 2. Período reprodutivo e ambientes utilizados pelas espécies de aves no *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo (CGUFES), município de Vitória – ES, sudeste do Brasil. Ambientes: Área pavimentada (AP), Área edificada (AE), Área arborizada (AA), Campo Antrópico (CA), Lagoa e entorno (LE).

	Meses												Ambientes				
													A P	A E	A A	C A	L E
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
Ardeidae																	
Nycticorax nycticorax (Linnaeus 1758)										X							X
Cathartidae																	
Coragyps atratus (Bechstein 1793)	X													X			
Charadriidae																	
Vanellus chilensis (Molina 1782)	X	X				X	X	X	X	X	X	X				X	
Columbidae																	
Columbina talpacoti (Temminck 1811)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X
Columbina picui (Temminck 1813)									X						X		
Patagioenas picazuro (Temminck 1813)	X	X	X	X	X	X	X					X			X		X
Strigidae																	
Athene cunicularia (Molina 1782)																X	
Trochilidae																	
Eupetomena macroura (Gmelin 1788)	X			X	X			X							X		
Picidae																	
Picumnus cirratus Temminck 1825									X						X		
Falconidae																	
Milvago chimachima (Vieillot 1816)									X						X	X	
Furnariidae																	
Furnarius Figulus (Lichtenstein 1823)			X		X										X		
Furnarius rufus (Gmelin 1788)	X	X		X	X	X				X	X				X		X
Certhiaxis cinnamomeus (Gmelin 1788)							X										X
Tyrannidae																	
Todirostrum cinereum (Linnaeus 1766)									X						X		
Camptostoma obsoletum (Temminck 1824)								X							X		
Elaenia flavogaster (Thunberg 1822)	X											X			X		
Pitangus sulphuratus (Linnaeus 1766)	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Myiozetetes similis (Spix 1985)	X						X								X		X

	Meses												Ambientes				
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A P	A E	A A	C A	L E
Tyrannus melancholius Vieillot 1819	X	X	X							X	X				X		
Fluvicola nengeta (Linnaeus 1766)	X	X	X	X				X	X		X	X			X		X
Hirundinidae																	
Progne chalybea (Gmelin 1789)												X		X			
Troglodytidae																	
Troglodytes musculus Naumann 1823										X				X			
Turdidae																	
Turdus leucomelas Vieillot 1818								X	X	X	X	X		X	X		
Turdus rufiventris Vieillot 1818												X			X		
Mimidae																	
Mimus gilvus (Vieillot 1807)			X	X								X			X	X	
Mimus saturninus (Lichtenstein 1823)										X					X	X	
Icteridae																	
Molothrus bonariensis (Gmelin 1789)	X		X	X	X	X						X			X		
Thraupidae																	
Paroaria dominicana (Linnaeus 1758)										X					X		
Tangara sayaca (Linnaeus 1766)	X									X		X			X		
Conirostrum bicolor (Vieillot 1809)	X		X	X	X	X						X			X		
Sicalis flaveola (Linnaeus 1766)	X	X		X		X			X		X	X			X	X	
Coereba flaveola (Linnaeus 1758)	X		X			X	X	X	X			X		X	X		
Euphonia chlorotica (Linnaeus 1766)			X												X		
Estrildidae																	
Estrilda astrild (Linnaeus 1758)						X						X			X	X	
Passeridae																	
Passer domesticus (Linnaeus 1758)	X		X	X			X		X		X	X	X	X	X		
ESPÉCIES EM REPRODUÇÃO	18	8	13	10	9	10	8	8	13	12	10	18	2	7	29	8	8

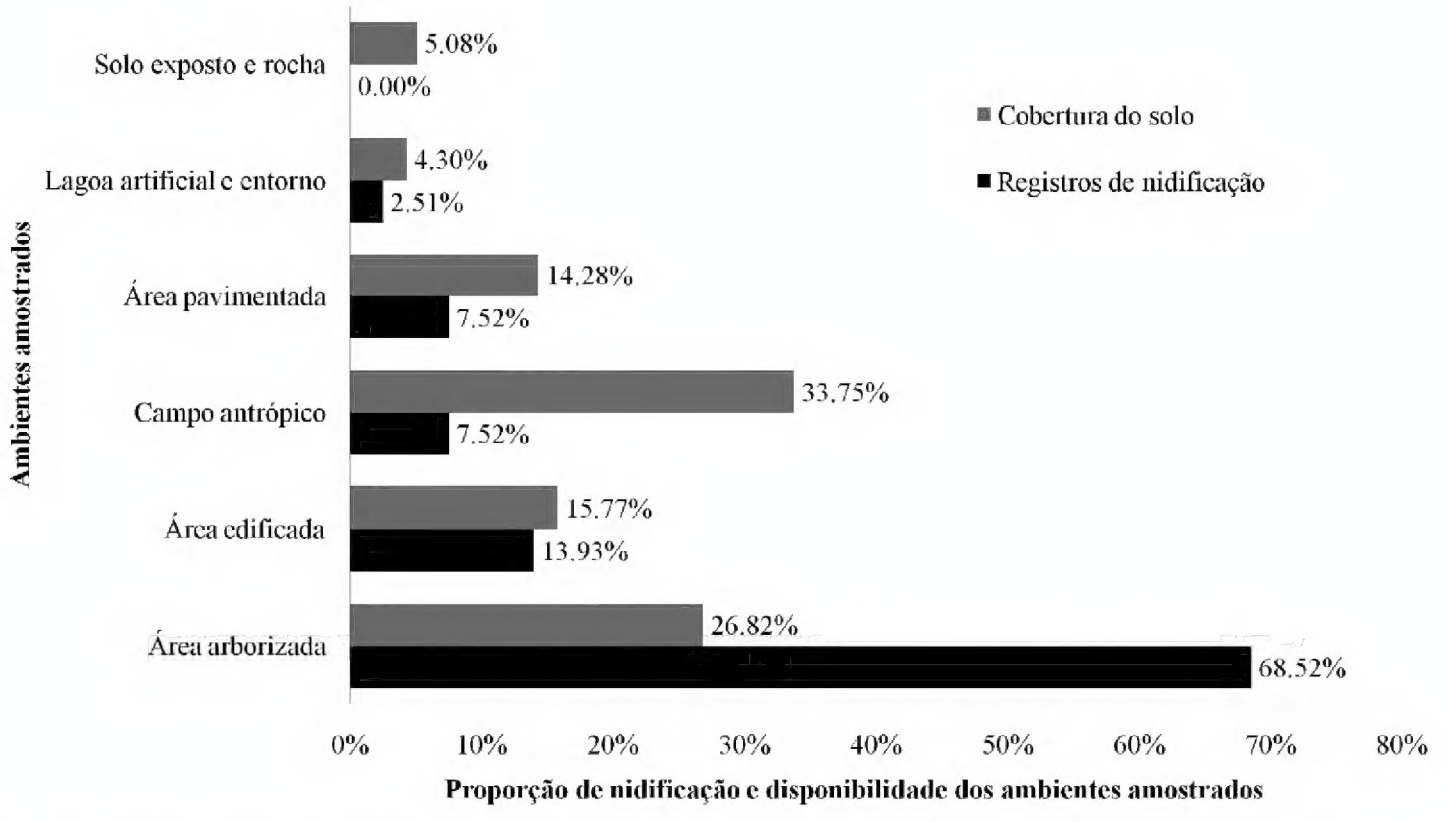

Figura 3. Proporção dos registros de atividades reprodutivas da avifauna em cada ambiente e importância relativa de cada ambiente no *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo - Goiabeiras (CGUFES), município de Vitória – ES, sudeste do Brasil.

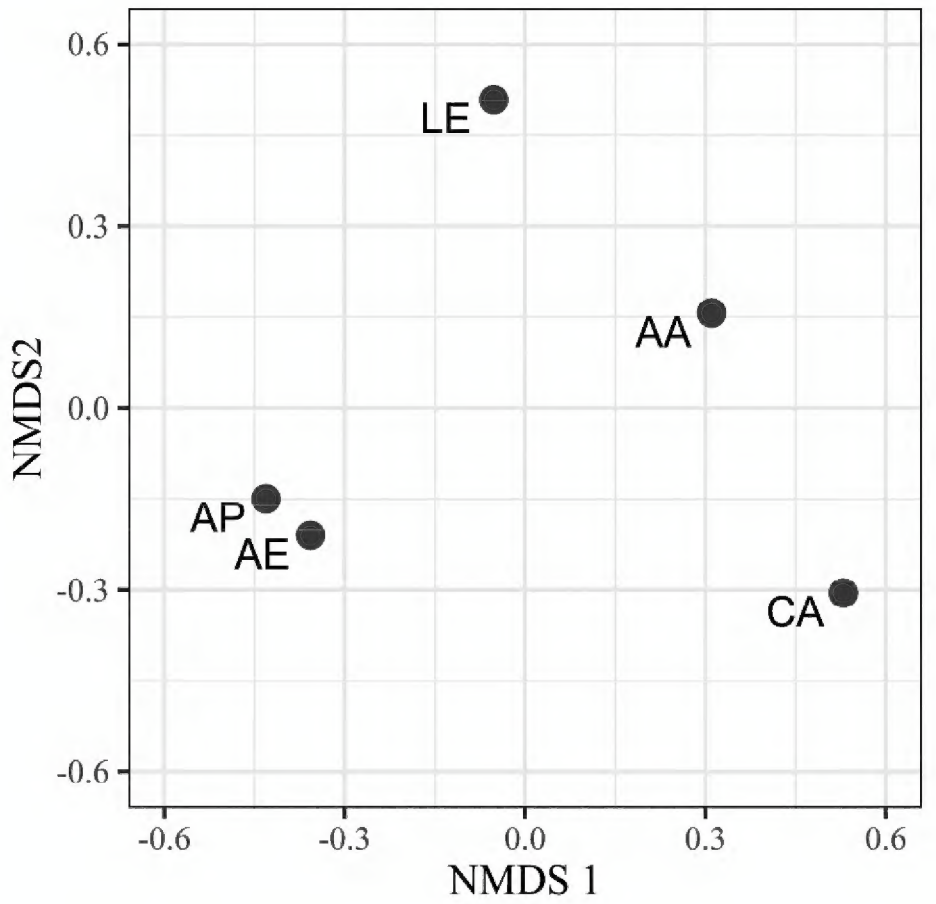

Figura 4. Análise de similaridade (NMDS) dos registros de atividade reprodutiva da avifauna no *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo - Goiabeiras (CGUFES), município de Vitória – ES, sudeste do Brasil. Pontos representam os ambientes: Área pavimentada (AP), Área edificada (AE), Área arborizada (AA), Campo Antrópico (CA), Lagoa e entorno (LE).

Discussão

Os resultados obtidos sugerem um processo de homogeneização da avifauna, que utiliza a área de estudo para reprodução em decorrência do processo de urbanização. Como será discutido a seguir, pode-se considerar como evidências dessa afirmação o número reduzido de espécies reproduzindo na área de estudo, o uso reduzido de ambientes com maior influência antrópica (áreas edificadas e áreas pavimentadas), que representam parte importante do *campus*, a predominância de espécies típicas de ambientes antropizados, por exemplo, *C. talpacoti* e *P. sulphuratus*, assim como a presença de espécies exóticas. Além disso, o padrão de uso dos ambientes pela avifauna fornece indícios de como melhorar as práticas de manejo das áreas verdes planejadas para aumentar a riqueza e diversidade local de espécies e, consequentemente, reduzir o processo de homogeneização.

Comparando os resultados encontrados com as 120 espécies de aves registradas por Simon *et al.* (2007) no Parque Estadual da Fonte Grande (PEFG), uma unidade de conservação localizada a aproximadamente 3 km de distância do local do estudo, a proporção de espécies reproduzindo na área de estudo é pequena e representa apenas 20% das espécies que potencialmente poderiam ocorrer nesta área. Entretanto, esses registros representam uma proporção alta (48%) das 75 es-

pécies já registradas na área de estudo (M.A.S. de Mello Costa, comunicação pessoal), representando um bom indicativo do esforço amostral do presente estudo, tendo em vista a dificuldade em encontrar e identificar os locais de nidificação (Smith *et al.*, 2009). Dessa forma, assumimos o reduzido número de espécies reproduzindo na área de estudo como a primeira evidência do processo de homogeneização da avifauna local.

Outro resultado que assumimos como evidência do processo de homogeneização da avifauna é a perda das áreas arborizadas que representam apenas 26,8% da área de estudo, mas que foram utilizadas como sítios reprodutivos para 29 (81%) das 36 espécies registradas, além de ser o ambiente com maior número de registros reprodutivos (68%). Sete espécies (19,5%) apresentaram registros reprodutivos exclusivos nesses ambientes, a saber: *Columbina picui* (Temminck 1813), *Picumnus cirratus* Temminck 1825, *Furnarius Figulus* (Lichtenstein 1823), *Todirostrum cinereum* (Linnaeus 1766), *Camptostoma obsoletum* (Temminck 1824), *Elaenia flavogaster* (Thunberg 1822) e *Euphonia chlorotica* (Linnaeus 1766). Esse fato sugere uma dependência de áreas arborizadas para a permanência dessas espécies na área de estudo, uma vez que essas são espécies frequentemente associadas às bordas de mata (Ridgely *et al.*, 2015).

Apesar de várias espécies estarem reproduzindo em outros ambientes com maior fluxo humano na área de estudo, como campos antrópicos, áreas pavimentadas e áreas edificadas, a importância dos ambientes arborizados fica clara para a manutenção da capacidade reprodutiva de diversas espécies, pois representam locais de nidificação para mais da metade dos registros (68%), corroborando a importância dessas áreas para a manutenção da diversidade local de espécies (Efe *et al.*, 2001; Höfling e Camargo, 2002). Ainda assim, apesar da importância desses ambientes para a reprodução das aves, esses locais aparentemente não são capazes de promover a persistência de espécies mais sensíveis e que potencialmente poderiam ocorrer na região, baseado nas espécies que ocorrem no PEFG, tais como *Thamnophilus ambiguus* Swainson, 1825, *Myrmotherula axillaris* (Vieillot 1817), *Dendroplex picus* (Gmelin 1788) e *Celeus flavescens* (Gmelin 1788).

A predominância de espécies comuns em ambientes urbanos também pode ser considerada como outra evidência do processo característico de homogeneização da avifauna (Frachin, 2009), e pode ser observada, no presente estudo, pelas espécies *Columbina talpacoti* (com 12,29% dos registros reprodutivos documentados), *Patagioenas picazuro* (Leach 1820) (8,38%), *Pitangus sulphuratus* (19,27%) e *Passer domesticus* (Linnaeus 1758) (6,70%). Essas espécies, juntas, representam quase metade dos registros reprodutivos totais (46,64%) e são tipicamente encontradas em ambientes urbanos (Willis, 2000; Ridgely *et al.*, 2015).

Nossos resultados indicam que áreas edificadas e campos antrópicos podem apresentar relevante contribuição no número de registros reprodutivos (14% e 17,5%, respectivamente), além de apresentarem espécies exclusivas desses ambientes. No entanto, apesar da contribuição desses ambientes para a diversidade local registrada, a identidade dessas espécies demonstra outra evidência do processo de

homogeneização, que se dá pelo processo de inserção de novas espécies que são amplamente distribuídas (Willis, 2000; Møller, 2009; Aronson *et al.*, 2014).

As áreas edificadas forneceram cavidades artificiais necessárias à nidificação de espécies como *Progne chalybea*, *Troglodytes musculus* e *Passer domesticus*, enquanto os campos antrópicos, por sua vez, representam ambientes adequados para espécies que fazem ninho no solo, como *Athene cunicularia* e *Vanellus chilensis* (Molina 1782). Ambas são espécies tipicamente beneficiadas pelo processo de antropização das áreas naturais (Willis, 2000; Willis e Oniki, 2002; Schocat *et al.*, 2010). A alteração de ambientes florestais em paisagens mais antropizadas, por sua vez, permite que essas espécies alcancem grandes densidades nesses novos ambientes (Jokimäki, 1999; Ridgely *et al.*, 2015), reforçando assim o processo de homogeneização da avifauna local (Willis, 2000).

Dessa forma, os resultados aqui apresentados indicam um processo de homogeneização da avifauna local, uma vez que a comunidade de aves levantadas no estudo compreende um número reduzido das espécies que conseguem manter sua reprodução nos ambientes arborizados do CGUFES comparado às aves que potencialmente poderiam ocorrer na região, sustentadas em grande parte pelas áreas arborizadas. Esses resultados corroboram a importância das áreas verdes planejadas proposta por diversos autores (Miller e Hobbs, 2002; Alvey, 2006; Fontana *et al.*, 2011; Aronson *et al.*, 2014), mas levantam a questão de como cada área verde irá contribuir para execução desse papel.

No exemplo do CGUFES, a maior parte da área planejada (campos antrópicos, áreas pavimentadas e edificadas) foi responsável pela substituição das espécies que dependem de ambientes mais arborizados, por espécies que se adaptam bem em ambientes com elevada perturbação antrópica (Willis, 2000; Willis e Oniki, 2002; Guzzi e Favretto 2014; Silva *et al.*, 2014). Dessa forma, para que uma área planejada seja capaz de fornecer local de nidificação para manutenção da diversidade de avifauna local é necessária a manutenção de ambientes arborizados. Esses resultados corroboram também o proposto por Brun *et al.* (2007), que destacam o papel da arborização nos centros urbanos, sugerindo que a manutenção das espécies vegetais fornece à fauna que ocupa as áreas urbanas uma série de abrigos e permite a diversificação de fontes de alimento, apesar das espécies generalistas parecerem, nesse contexto, serem as mais beneficiadas.

Nossos resultados corroboram a importância do planejamento na elaboração de áreas verdes e no manejo dessas áreas arborizadas para a manutenção da diversidade de aves em ambientes urbanos. Esses resultados podem auxiliar na adoção de medidas que propiciem uma melhor convivência entre as aves do *campus* e a população que faz uso do local, por exemplo, por meio da ampliação de áreas arborizadas, bem como alertar da importância que estes locais possuem para a sobrevivência de diversos grupos animais.

Como exemplo de direcionamentos para melhores práticas da arborização urbana, é necessário o estabelecimento de protocolos em relação à poda das árvores e arbustos. Durante o presente estudo, presenciamos um ninho da espécie *Mimus gilvus* (Viellot 1807) em estágio de incubação dos ovos, em um arbusto de *Hibiscus* spp. em um dos campos antrópicos amostrados, sendo danificado durante

a poda do arbusto. Esse evento poderia ser considerado como um tipo de armadilha de ninho, atraindo aves para nidificarem em ambientes que posteriormente serão destruídos por ação humana com finalidades paisagísticas (para um conceito diferente de armadilha de ninho ver Borgmann e Rodewald, 2004; Leston e Rodewald, 2006). Eventos pontuais como esse demonstram um aspecto negativo das áreas verdes planejadas e reforçam a necessidade de uma maior preocupação com a biodiversidade local durante as práticas paisagísticas.

Referências

ALEXANDRINO, E.R.; BUECHLEY, E.R.; PIRATELLI, A.J.; FERRAZ, K.M.P.M.B.; MORAL, R.A.; ŞEKERCIOĞLU, Ç.H.; SILVA, W.R.; COUTO, H.T.Z. 2016. Bird sensitivity to disturbance as an indicator of forest patch conditions: An issue in environmental assessments. *Ecological Indicators*, **66**:369–381. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.006

ALVEY, A.A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban Forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, **5**(4):195–201. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003

ARONSON, M.F.J.; LA SORTE, F.A.; NILON, C.H.; KATTI, M.; GODDARD, M.A.; LEPCZYK, C.A.; WARREN, P.S.; WILLIAMS, N.S.G.; CILLIERS, S.; CLARKSON, B.; DOBBS, C.; DOLAN, R.; HEDBLOM, M.; KLOTZ, S.; KOOIJMANS, J.L.; KÜHN, I.; MACGREGOR-FORS, I.; MCDONNELL, M.; MÖRTBERG, U.; PYSEK, P.; SIEBERT, S.; SUSHINSKY, J.; WERNER, P.; WINTER, M. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B*, **281**:20133330. https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330

BORGMANN, K.L.; RODEWALD, A.D. 2004. Nest predation in an urbanizing landscape: the role of exotic shrubs. *Ecological Application*, **14**(6):1757–1765. https://doi.org/10.1890/03-5129

BRUN, F.G.K.; LINK, D.; BRUN, E.J.O. 2007. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, **2**(1):111–127.

CHACE, F.J.; WALSH, J.J. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning*, **74**(1):46–69. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007

CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, **18**(1):117–143. https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x

COSTA, R.B. 1992. Adversidades climáticas em Vitória? *IHGES-PMV*. Vitória.

EFÉ, M. A.; MOHRL.V.; BUGONI, L.; SCHERER, A.; SCHERERS. B. 2001.Inventário e distribuição da avifauna do Parque Saint'Hilaire, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Tangara*, **1**(1):12–25.

FONTANA, C.S.; BURGUER, M.I.; MAGNUSSUN, W.E. 2011. Bird diversity in a subtropical South-American City: effects of noise levels, arborization and human population density. *Urban Ecosystem*, **14**(3):341–360. https://doi.org/10.1007/s11252-011-0156-9

FRANCHIN, A. G. 2009. *Avifauna em áreas urbanas brasileiras, com ênfase em cidades do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba*. Universidade Federal de Uberlândia, 147 p.

GUZZI, A.; FAVRETTO, M.A. 2014. Composição da avifauna de um remanescente florestal nas margens do rio Chapecozinho, Santa Catarina, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, **9**(3):134–136. https://doi.org/10.4013/nbc.2014.93.03

HÖFLING, M.; CAMARGO, H.F. 2002. *Aves no campus*. 3ª ed., São Paulo, Edusp, 126 p.

JOKIMÄKI, J. 1999. Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*, **3**(1):21–34. https://doi.org/10.1023/A:1009505418327

KREBS, C.J. 1999. *Ecological methodology*. 2ed. Menlo Park, California, Addison-Wesley Educational Publishers. Inc., 620p.

LEPCZYK, C.A.; ARONSON, M.F.J.; EVANS, K.L.; GODDARD, M.A.; LERMAN, S.B.; MACLVOR, J.S. 2017. Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. *BioScience*, **67**(9):799–807. https://doi.org/10.1093/biosci/bix079

LESTON, L.F.V.; RODEWALD, A. 2006. Are urban forests ecological traps for understory birds? An examination using northern cardinals. *Biological conservation*, **131**(4):566–574. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.003

MARINI, M.A.; GARCIA, F.I. 2005. Conservação de Aves no Brasil. *Megadiversidade*, **1**(1): 95–102.

MARLUFF, J. M. 2016. A decadal review of urban ornithology and a prospectus for the future. *IBIS*, **151**(1):1–13. https://doi.org/10.1111/ibi.12430

MARZLUFF, J.M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. *In*: J.M. MARZLUFF; R. BOWMAN; R. DONNELLY (eds.), *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Boston, MA, Springer, p. 1–17. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_1

MCKINNEY, M.L.; LOCKWOOD, J.L. 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution*, **14**(11):450–453. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01679-1

MCKINNEY, M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *BiologicalConservation*,**127**(3):247–260. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005

MEDEIROS, R.C.S.; MARINI, M.A. 2007. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, **24**(1):12–20. https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000100002

MELO, A. S.; HEPP, L. U. 2009. Ferramentas estatísticas para análise de dados provenientes de biomonitoramento. *Oecologia Australis*, **12**(3): 463–486. https://doi.org/10.4257/oeco.2008.1203.07

MENDONÇA-LIMA, A.; FONTANA, C.S. 2000. Composição, freqüência e aspectos biológicos da avifauna no Porto Alegre Country Clube, Rio Grande do Sul. *Ararajuba*, **8**(1):1–8.

MILLER, J.R.; HOBBS, R.J. 2002. Conservation where people live and work. *Conservation biology*, **16**(2):330–337. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00420.x

MØLLER, 2009, A.P. 2009. Successful city dwellers: a comparative study of the ecological characteristics of urban birds in the Western Paleartic. *Oecologia*, **159**(4):849–858. https://doi.org/10.1007/s00442-008-1259-8

OKSANEN, J.; BLANCHET, G.F.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H., SZOECS, E; WAGNER, H. 2017. The vegan package. Community ecology package, **10**, 631–637.

PIACENTINI, V.Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; MAURICIO, G.N.; PACHECHO, J.F.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; SILVEIRA, L.F.; BETINI, G.S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A.C.; LIMA, L.M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F.R.; BENCKE, G.A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L.F.A.; STRAUBE, F.C.; CESARI, E. 2015. Annoted checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/ Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, **23**(2):91–298.

R CORE TEAM 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [https://www.R-project.org/]

RIDGELY, R. S., GWYNNE, J. A., TUDOR, G.; ARGEL, M. 2015. *Guia Aves do Brasil: Mata Atlântica do Sudeste*. São Paulo, Horizonte Geográfico, 417 p.

RODEWALD, A.D., SHUSTACK, D.P. 2008. Urban flight: understanding individual and population-level responses of Nearctic–Neotropical migratory birds to urbanization. *Journal of Animal Ecology*, **77**(1):83–91. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2007.01313.x

SCHERER, A.L.; SCHERER, J.F.M.; PETRY, M.V. 2012. Distribuição e estrutura trófica de aves em gradiente industrial petroquímico, no sul do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, **7**(3):162–170. https://doi.org/10.4013/nbc.2012.73.03

SETO, K.C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L.R. 2012. Global forecast of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *PNAS*, **109**(40):16083–16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109

SHOCHAT, E.; LERMAN, S.; FERNÁNDEZ-JURICIC, E. 2010. Birds in urban ecosystems: population dynamics, community structure, biodiversity, and conservation. *In*: J. AITKENHEAD-PETERSON; A. VOLDER (eds.), *Agronomy Monographs: Urban Ecosystem Ecology,* p. 75–86. doi.org/10.2134/agronmonogr55.c4

SIGRIST, T. 2009. Guia de Campo: *Avifauna brasileira***.** São Paulo, Avis Brasilis, 912 p.

SILVA, C..; SILVA, G.G.; CHAGAS, M.O.; JUNG, D.M.H. 2014. Composição da comunidade de aves em área urbana no sul do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, **9**(2):78–90. https://doi.org/10.4013/nbc.2014.92.02

SIMON, J.E.; LIMA, S.R.; CARDINALI, T. 2007. Comunidade de aves no Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **24**(1):121–132. https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000100015

SMITH, P.A.; BART, J.; LANCTOT, R.B.; MCCAFFERY, B.J.; BROWN, S. 2009. Probability of detection of nests and implications for survey design. *The Condor*, **111**(3):414–423. https://doi.org/10.1525/cond.2009.090002

TULLI, L.M.A., SANTOS, A.R.; LOUZADA, F.L.O. 2009. Evolução temporal do uso e ocupação do solo para os anos de 1978, 2003 e 2005 na estação ecológica municipal Ilha do Lameirão, Vitória-ES. *Engenharia Ambiental*, **6**(3):703–717.

VITÓRIA, 1986. *Lei nº 3.326 de 27 de Maio de 1986*. Disponível em: [http://www.vitoria.es.gov.br]. Acessado em 21 de setembro de 2019.

VITÓRIA, 2006. *Lei nº 6.705 de 13 de outubro de 2006*. Institui o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências. Vitória, 2006. Disponível em: [http://www.vitoria.es.gov.br]. Acessado em 21 de setembro de 2019.

VOGEL, H.F.; FANTIN, D.M. J.; BAZILIO, S.; METRI, R.; ZOCCHE, J.J. 2017. Structure of urban birds assemblages in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde,* **22**(2):127–146. dx.doi.org/10.5212/publicatio%20uepg.v22i2.9334

WILLIS, E.O. 2000. Ranking urban avifaunas by number of localities per species in São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, **88**:139–146.

WILLIS, E.O.; ONIKI, Y. 2002. Birds of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: do humans add or subtract species? *Papéis Avulsos de Zoologia*, **42**(9):193–264. https://doi.org/10.1590/S0031-10492002000900001

Resumo

A urbanização é uma das principais causas da homogeneização da biota, uma vez que modifica o habitat e cria novos ambientes nos quais um menor número de espécies consegue sobreviver. Áreas verdes planejadas, no entanto, funcionam como verdadeiras ilhas e servem de abrigo para diversos grupos animais. No presente estudo, verificou-se o padrão reprodutivo de uma comunidade de aves em uma área verde planejada no sudeste do Brasil. Além disso, comparou-se a composição de registros de atividades reprodutivas dessas aves em diferentes tipos de ambientes. Assim, inferiu-se sobre processos de homogeneização da avifauna local. Foram realizados 359 registros reprodutivos, referentes a 36 espécies de aves que representam 48% das espécies já registradas para a área de estudo. Do total de registros reprodutivos, 68,5% foram encontrados em áreas arborizadas, que representam apenas 26,8% da área de estudo. A proporção e a exclusividade de registros reprodutivos de algumas espécies nessas áreas indicam a importância desses ambientes para a manutenção de uma diversidade local de espécies. Os resultados aqui encontrados evidenciam e reforçam um processo de homogeneização da avifauna e fornecem subsídios para melhores práticas de manejo de áreas verdes urbanas.

Palavras-chave

Aves urbanas, biologia reprodutiva, urbanização, antropização, homogeneização